



21 Aktenzeichen: 102 29 864.5  
22 Anmeldetag: 3. 7. 2002  
43 Offenlegungstag: 27. 3. 2003

30 Unionspriorität:  
60/302918 03. 07. 2001 US  
10/187459 01. 07. 2002 US

71 Anmelder:  
Thermo King Corp., Minneapolis, Minn., US

74 Vertreter:  
Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser,  
80538 München

72 Erfinder:  
Woude, David J. Vander, Farmington, Minn., US;  
Viegas, Herman H., Bloomington, Minn., US;  
Seshadri, Jayaram, Minneapolis, Minn., US; Shaw,  
John J., Savage, Minn., US; Glentz, Joseph Louis,  
Winona, Minn., US; Schwinchtenberg, Bryan  
Edward, East Troy, Wis., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung und -Verfahren

57 Ein Temperatursteuerverfahren in einer Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung, das das Vorsehen eines Wärmetauschers in Thermoverbindung mit einem klimatisierten Raum umfaßt. Der Wärmetauscher weist einen Lufteinlaß auf und enthält eine Verdampferschlange mit einem Auslaß. Das Verfahren umfaßt ferner einen ersten Temperatursensor, der mit einem Regler funktional gekoppelt ist, die Temperatur im Auslaß mißt und diese an den Regler sendet, wobei ein zweiter Temperatursensor vorgesehen ist, der mit einem Regler funktional gekoppelt ist, die Temperatur im Lufteinlaß mißt und diese an den Regler sendet, sowie das Bereitstellen einer Menge von Temperatursteuerwerten. Der Kältemittelstrom aus einem Vorratsbehälter zur Verdampferschlange wird jedesmal, wenn die Temperatur im Auslaß einen aus einer ersten Menge von Temperatursteuerwerten überschreitet, und jedesmal, wenn die Temperatur im Lufteinlaß einen aus einer zweiten Menge von Temperatursteuerwerten überschreitet, verändert.

DE 102 29 864 A 1

## QUÄRVERWEIS AUF VERWANDTE ANMELDUNG

[0001] Diese Anmeldung beansprucht die Priorität gemäß 35 USC §119 der am 3. Juli 2001 eingereichten vorläufigen Patentanmeldung Nr. 60/302.918.

## GEBIET DER ERFINDUNG

[0002] Die Erfindung bezieht sich allgemein auf Klimatisierungs- und Kälteerzeugungssysteme und insbesondere auf eine Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung und ein Verfahren zum Betreiben einer Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung.

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0003] Herkömmliche Tiefsttemperatur-Steuersysteme speichern typisch ein komprimiertes Kältemittel wie etwa Kohlendioxid, flüssigen Stickstoff usw. in einem unter Druck stehenden Vorratsbehälter. Das Kältemittel wird über eine Leitung aus dem Vorratsbehälter zu einer Verdampferschlange geleitet, die durch einen Wärmetauscher verläuft. Relativ warme Luft wird über die Verdampferschlange geleitet und dadurch gekühlt. Die gekühlte Luft wird in eine Frachtzelle zurückgeleitet, um deren Temperatur auf eine vorgegebene Einstellpunkttemperatur abzusenken. Die warme Luft erwärmt und verdampft das Kältemittel in der Verdampferschlange. Nach erfolgtem Wärmetransport wird das verdampfte Kältemittel typisch nach außen abgegeben.

[0004] Herkömmliche Tiefsttemperatur-Steuersysteme enthalten typisch eine Reihe von Sensoren, die Temperatur- und Druckwerte an verschiedenen Orten im gesamten System aufzeichnen. Die Sensoren liefern die Temperatur- und Druckdaten im allgemeinen an einen Regler, der ein hochentwickeltes Fuzzy-Logik-Verfahren anwendet, um die Betriebsparameter des Systems anhand der von den Sensoren gelieferten Daten zu steuern. Um die Einstellpunkttemperatur zu erreichen und beizubehalten, bestimmt der Regler periodisch die Änderungsgeschwindigkeit der Ablufttemperatur sowie die Zunahme oder Abnahme dieser Änderungsgeschwindigkeit. Anhand von diesen oder anderen Berechnungen erhöht der Regler den Kältemittelstrom aus dem Vorratsbehälter zur Verdampferschlange, indem er ein elektronisch gesteuertes Ventil aktiviert oder deaktiviert. Im allgemeinen sind die Fuzzy-Logik-Verfahren relativ schwer zu programmieren und zu betreiben.

[0005] Die zum Betreiben von herkömmlichen Tiefsttemperatur-Steuervorrichtungen verwendeten Regler sind im allgemeinen relativ komplex. Diese Systeme erfordern zur korrekten Implementierung und zum korrekten Betrieb im allgemeinen eine große Rechenleistung und hohe Programmierfähigkeiten.

[0006] Außerdem schränkt die Komplexität des Systems im allgemeinen die Flexibilität herkömmlicher Tiefsttemperatur-Steuervorrichtungen ein. Auch verbrauchen sie im allgemeinen relativ große Mengen des Kältemittels. Dies ist bei Tiefsttemperatur-Steuervorrichtungen, die in einem Fahrzeug angebracht sind, besonders problematisch. Gegenwärtig werden in mobilen Anwendungen Tiefsttemperatur-Steuersysteme verwendet, um die Temperatur in einer Frachtzelle zu steuern, und sind typisch auf Lang-Lastkraftwagen, dem Anhänger einer Zugmaschine-Anhänger-Kombination, einem Kühlschiffcontainer, einem Eisenbahnkühlwagen und dergleichen angebracht. Aus naheliegenden Gründen ist es im allgemeinen wünschenswert, das Gewicht und die Größe des Tiefsttemperatur-Steuersystems zu redu-

zieren. Oftmals können herkömmliche Vorratsbehälter, wenn sie gefüllt sind, 1400 Pfund oder mehr wiegen. Es ist deshalb im allgemeinen wünschenswert, die Menge des Kältemittels, das im Vorratsbehälter mitgeführt wird, zu minimieren und die Geschwindigkeit, mit der das Kältemittel verbraucht wird, zu reduzieren und dennoch sicherzustellen, daß die klimatisierte Raumtemperatur beim Einstellpunkt oder in der Nähe des Einstellpunktes aufrechterhalten wird. Außerdem kann es sein, daß das Kältemittel nicht ohne weiteres zum Nachfüllen des Vorratsbehälters verfügbar ist, so daß es insbesondere bei langem Fördern wichtig ist, den Verbrauch des Kältemittels zu steuern.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0007] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein Temperatursteuerverfahren in einer Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung vorgesehen, das das Vorsehen eines Wärmetauschers in Thermoverbindung mit einem klimatisierten Raum umfaßt. Der Wärmetauscher weist einen Lufteinlaß auf und enthält eine Verdampferschlange mit einem Auslaß. Ein erster Temperatursensor ist mit einem Regler funktional gekoppelt, mißt die Temperatur im Auslaß und sendet diese an den Regler. Ein zweiter Temperatursensor ist mit dem Regler funktional gekoppelt, mißt die Temperatur im Lufteinlaß und sendet diese an den Regler. Die Erfindung umfaßt ferner das Bereitstellen einer ersten Menge von Temperatursteuerwerten und einer zweiten Menge von Temperatursteuerwerten. Der Kältemittelstrom aus einem Vorratsbehälter zur Verdampferschlange wird jedesmal, wenn die Temperatur im Auslaß einen aus der ersten Menge von Temperatursteuerwerten überschreitet, und jedesmal, wenn die Temperatur im Lufteinlaß einen aus der zweiten Menge von Temperatursteuerwerten überschreitet, verändert.

[0008] In bevorzugten Ausführungsformen umfaßt das Temperatursteuerverfahren das Vorsehen eines ersten Kühlmodus, der einer ersten Fließgeschwindigkeit des Kältemittels vom Vorratsbehälter zur Verdampferschlange entspricht, das Vorsehen eines zweiten Kühlmodus, der einer zweiten Fließgeschwindigkeit des Kältemittels vom Vorratsbehälter zur Verdampferschlange entspricht, das Vorsehen eines dritten Kühlmodus, der einer dritten Fließgeschwindigkeit des Kältemittels vom Vorratsbehälter zur Verdampferschlange entspricht, und das Vorsehen eines vierten Kühlmodus, der einer vierten Fließgeschwindigkeit des Kältemittels vom Vorratsbehälter zur Verdampferschlange entspricht. Das Verändern des Kältemittelstroms aus dem Vorratsbehälter zur Verdampferschlange, um die Temperatur im Auslaß und die Temperatur im Lufteinlaß unterhalb der Menge von Temperatursteuerwerten liegen, beinhaltet das Schalten zwischen dem ersten Kühlmodus, dem zweiten Kühlmodus, dem dritten Kühlmodus und dem vierten Kühlmodus.

[0009] In bevorzugten Ausführungsformen enthält ein System zur Umsetzung des Verfahrens ein erstes Ventil und ein zweites Ventil, die zwischen dem Vorratsbehälter und der Verdampferschlange angeordnet sind, um den Kältemittelstrom aus dem Vorratsbehälter zur Verdampferschlange zu verändern. Das erste Ventil besitzt eine erste Stellung und eine zweite Stellung, während das zweite Ventil eine dritte Stellung und eine vierte Stellung besitzt. Das erste Ventil wird in die erste Stellung gefahren und das zweite Ventil wird in die dritte Stellung gefahren, um eine erste Fließgeschwindigkeit des Kältemittels vom Vorratsbehälter zur Verdampferschlange zu bewirken. Das erste Ventil wird in die erste Stellung gefahren und das zweite Ventil wird in die vierte Stellung gefahren, um eine zweite Fließgeschwindigkeit des Kältemittels vom Vorratsbehälter zur Verdampfer-

schlange zu bewirken. Das erste Ventil wird in die zweite Stellung gefahren und das zweite Ventil wird in die dritte Stellung gefahren, um eine dritte Fließgeschwindigkeit des Kältemittels vom Vorratsbehälter zur Verdampferschlange zu bewirken. Das erste Ventil wird in die zweite Stellung gefahren und das zweite Ventil wird in die vierte Stellung gefahren, um eine vierte Fließgeschwindigkeit des Kältemittels vom Vorratsbehälter zur Verdampferschlange zu bewirken.

[0010] Der Wärmetauscher enthält ein Heizelement. Der Kältemittelstrom aus dem Vorratsbehälter zur Verdampferschlange wird jedesmal, wenn die Temperatur im Auslaß wenigstens einen aus einer dritten Menge von Temperatursteuerwerten überschreitet, und jedesmal, wenn die Temperatur im Lufteinlaß wenigstens einen aus einer vierten Menge von Temperatursteuerwerten überschreitet, unterbrochen. Die Luft im Wärmetauscher wird mit dem Heizelement jedesmal, wenn die Temperatur im Auslaß wenigstens einen aus der dritten Menge von Temperatursteuerwerten überschreitet, und jedesmal wenn die Temperatur im Lufteinlaß wenigstens einen aus der vierten Menge von Temperatursteuerwerten überschreitet, erhitzt.

[0011] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden Fachleuten nach Durchsicht der folgenden genauen Beschreibung, der Ansprüche und der Zeichnung deutlich.

#### KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

[0012] Die Erfindung wird im weiteren mit Bezug auf die begleitende Zeichnung, die bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung zeigt, beschrieben. Jedoch sei angemerkt, daß die Erfindung, die in der begleitenden Zeichnung offenbart ist, lediglich anhand von Beispielen veranschaulicht ist. Die weiter unten beschriebenen und in der Zeichnung gezeigten verschiedenen Elemente und Kombinationen von Elementen können unterschiedlich angeordnet und organisiert werden, um zu Ausführungsformen zu führen, die dennoch innerhalb des Leitgedankens und des Umfangs der vorliegenden Erfindung liegen.

[0013] In der Zeichnung; in der gleiche Bezugszeichen gleiche Teile angeben, sind:

[0014] Fig. 1 eine Seitenansicht eines Lastkraftwagens, der eine bevorzugte Vorrichtung zur Ausführung der vorliegenden Erfindung enthält;

[0015] Fig. 2 eine schematische Darstellung der Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung;

[0016] Fig. 3 ein Diagramm, das den Betrieb des Frischkühlen-Bereichs genauer zeigt; und

[0017] Fig. 4 ein Diagramm, das den Betrieb im Gefrierkühlen-Bereich näher beschreibt.

#### GENAUE BESCHREIBUNG

[0018] Die Fig. 1 und 2 zeigen eine Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung. Die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 wird betrieben, um die Temperatur eines klimatisierten Raums 14 zu steuern. Wie in Fig. 1 gezeigt ist, ist der klimatisierte Raum 14 die Frachtzelle in einem Lastkraftwagen 16. In anderen Anwendungen kann die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 alternativ auf anderen Fahrzeugen wie etwa einer Zugmaschine-Anhänger-Kombination, einem Container und dergleichen verwendet werden. Ähnlich kann die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 verwendet werden, um die Temperatur im Passagierraum eines Fahrzeugs wie beispielsweise in einem Bus oder im Mitfahrerabteil eines Lastkraftwagens zu steuern. Alternativ kann die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 in stationären Anwendun-

gen betrieben werden. Beispielsweise kann die Temperatursteuervorrichtung 12 betrieben werden, um die Temperatur von Gebäuden, Gebäudebereichen, Vorratsbehältern, Gefriermöbeln und dergleichen zu steuern.

[0019] Der Begriff "klimatisierter Raum", wie er hier und in den Ansprüchen verwendet wird, umfaßt jeden Raum, dessen Temperatur und/oder Feuchte zu steuern ist, einschließlich Transportanwendungen und stationären Anwendungen für die Aufbewahrung von Nahrungsmitteln, Getränken und anderer verderblicher Waren, für die Aufrechterhaltung einer korrekten Atmosphäre beim Verfrachten industrieller Produkte, für die Raumkonditionierung zur Behaglichkeit der Menschen und dergleichen. Die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 wird betrieben, um die Temperatur des klimatisierten Raums 14 auf eine vorgegebene Einstellungspunkttemperatur ("SP") zu steuern.

[0020] Wie in den Fig. 1 und 2 gezeigt ist, besitzt der klimatisierte Raum 14 eine Außenwand 18, die eine oder mehrere Türen 19 aufweist, die in den klimatisierten Raum 14 führen, damit eine Bedienungsperson ein Produkt in den klimatisierten Raum 14 hineinbringen und aus demselben herausholen kann. Die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 umfaßt außerdem einen Vorratsbehälter 20, der unter Druck stehend ein Kältemittel aufnimmt. Das Kältemittel ist vorzugsweise Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>). Jedoch ist einem gewöhnlichen Fachmann klar, daß andere Kältemittel wie etwa LN<sub>2</sub> und LNG ebenso oder alternativ verwendet werden können. Jedoch sind Kältemittel, die umweltfreundlich und nicht reaktiv sind, aus leicht verständlichen Gründen höchst wünschenswert.

[0021] An der Unterseite des Vorratsbehälters 20 ist eine Leitung 22 angeschlossen, die ein Filter 23, einen ersten Zweig 24 und einen zweiten Zweig 25 enthält. Die Leitung 22, die den ersten Zweig 24 enthält, definiert einen ersten Strömungspfad 28. Ähnlich definiert die Leitung 22, die den zweiten Zweig 25 enthält, einen zweiten Strömungspfad 30. Wie in Fig. 1 gezeigt ist, stehen der erste und der zweite Zweig 24, 25 in Fluidverbindung mit dem Vorratsbehälter 20 und führen an einer Verbindung, die sich stromabwärts vom Vorratsbehälter 20 befindet, zusammen.

[0022] In Fig. 2 enthält der erste Zweig 24 ein erstes Steuerventil 26. Das erste Steuerventil 26 enthält eine erste Schlitzanordnung und steuert den Mengendurchfluß des Kältemittels durch den ersten Zweig 24 während der Heiz- und Kühlzyklen. Das erste Steuerventil 26 wird vorzugsweise durch einen elektrisch gesteuerten Magneten (nicht gezeigt) zwischen einer ersten geöffneten Stellung und einer ersten geschlossenen Stellung betätigt. Jedoch können in anderen Anwendungen ebenso oder alternativ andere Ventile und Aktoren verwendet werden.

[0023] Der zweite Zweig 25 erstreckt sich ebenfalls von einem unteren Punkt des Vorratsbehälters 20 und enthält ein zweites Steuerventil 32. Das zweite Steuerventil 32 enthält eine zweite Schlitzanordnung, die vorzugsweise kleiner als die erste Schlitzanordnung ist. Jedoch können in manchen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung das erste und das zweite Steuerventil 30, 32 dieselbe Schlitzanordnung enthalten. Das zweite Steuerventil 32 ist vorzugsweise ein elektrisch betätigtes Ventil und steuert den Mengendurchfluß des Kältemittels durch den zweiten Zweig 25 während der Heiz- und Kühlzyklen. Vorzugsweise wird das zweite Steuerventil 32 durch einen elektrisch gesteuerten Magneten (nicht gezeigt) betätigt, der das zweite Steuerventil 32 zwischen einer zweiten geöffneten Stellung und einer zweiten geschlossenen Stellung betätigt. Jedoch können ebenso oder alternativ, wie oben in Zusammenhang mit dem ersten Steuerventil 30 angeführt wurde, andere Ventile und Aktoren verwendet werden.

[0024] Außerdem sind das erste und das zweite Steuerventil 26, 32, wie hier gezeigt und beschrieben ist, vorzugsweise Zweipunkt-Ventile mit zwei Stellungen. Jedoch ist einem gewöhnlichen Fachmann klar, daß in anderen Anwendungen eines der ersten und zweiten Steuerventile 26, 32 oder beide Ventile Modulationsventile, Impulsventile, Expansionsventile oder dergleichen sein können. In diesen Ausführungsformen kann die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 eine größere Breite verfügbarer Mengendurchflüsse zwischen dem Vorratsbehälter 20 und einer Verdampferschlange 42 (weiter unten beschrieben) umfassen. Ähnlich kann der Strömungspfad 22 in anderen Ausführungsformen (nicht gezeigt) drei oder mehr Leitungen umfassen, die sich zwischen dem Vorratsbehälter 20 und der Verdampferschlange 42 erstrecken. Jede dieser Leitungen kann ein Steuerventil (nicht gezeigt) zur Regulierung des Mengendurchflusses des Kältemittels aus dem Vorratsbehälter 20 enthalten.

[0025] Das erste und das zweite Steuerventil 26, 32 werden durch einen Regler 34 mit Mikroprozessor gesteuert. Wie weiter unten näher erläutert wird, verwendet der Regler 34 vorzugsweise eine Kettenlogik, um den Kältemittelstrom aus dem Vorratsbehälter 20 zu steuern. Der Regler 34 wird vorzugsweise vom Motor 36 des Lastkraftwagens oder von einer im Motor 36 angeordneten Wechselstromlichtmaschine (nicht gezeigt) gespeist. In alternativen Ausführungsformen kann der Regler 34 ebenso oder alternativ über eine Batterie, eine Brennstoffzelle, einen Generator oder dergleichen gespeist werden. In anderen Ausführungsformen kann eine stationäre Stromquelle (nicht gezeigt), beispielsweise eine an einem Gebäude befindliche Steckdose, dem Regler 34 Strom zuführen.

[0026] Wie in Fig. 1 gezeigt ist, ist innerhalb des klimatisierten Raums 14 ein Wärmetauscher 37 angeordnet, der einen Lufteinlaß 38 und einen Luftauslaß 39 aufweist. Im Betrieb tritt Luft aus dem klimatisierten Raum 14 durch den Lufteinlaß 38 in den Wärmetauscher 37 ein und wird durch den Luftauslaß 39 abgegeben. Wie in Fig. 1 gezeigt ist, umfaßt der Luftauslaß 39 vorzugsweise einen Dämpfer 40, um den Luftstrom durch den Wärmetauscher 37 zu verändern. Alternativ umfaßt der Wärmetauscher 37 in bestimmten Ausführungsformen (nicht gezeigt) keinen Dämpfer 40 und ventiliert oder fördert den Luftstrom ungesteuert durch den Wärmetauscher 37.

[0027] Der erste und der zweite Strömungspfad 28, 30 stehen mit einem Einlaß einer Verdampferschlange 42, die sich im Wärmetauscher 37 befindet, in Fluidverbindung. Während der Kühlvorgänge strömt das Kältemittel aus dem Vorratsbehälter 20 längs des Strömungspfads 22 in flüssigem oder nahezu flüssigem Zustand in die Verdampferschlange 42. Luft aus dem klimatisierten Raum 14 streicht über die Verdampferschlange 42 und wird durch die relativ kalte Verdampferschlange 42 gekühlt. Gleichzeitig wird das Kältemittel in der Verdampferschlange 42 durch Kontakt mit der relativ warmen Luft verdampft. Die gekühlte Luft wird durch den Luftauslaß 39 in den klimatisierten Raum 14 zurückgeleitet, um diesen zu kühlen, während das verdampfte Kältemittel durch einen Auslaß 43 aus der Verdampferschlange 42 ausströmt und an die Umgebung abgegeben wird.

[0028] Der Auslaß 43 enthält einen Gegendruckregler 44. Der Gegendruckregler 44 kann den Dampfdruck des Kältemittels auf einen vorgegebenen Wert automatisch regeln oder kann elektrisch betrieben und vom Regler 34 gesteuert werden. Alternativ kann ein automatisches Gegendruck-Regelventil des mechanischen Typs verwendet werden. Der Gegendruckregler 44 hält den Druck in der Verdampferschlange 42 auf einem Sollwert. Vorzugsweise ist der Soll-

druck gleich dem Tripelpunkt des Kältemittels oder etwas höher als dieser. Beispielsweise hält der Gegendruckregler 44 in Anwendungen, in denen das Kältemittel Kohlendioxid ist, den Druck in der Verdampferschlange 42 auf über 60,43 psig.

[0029] Die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 enthält außerdem drei Sensoren. Der erste Sensor oder Rückluftsensor 45 ist zwischen der Verdampferschlange 42 und dem Einlaß 38 angeordnet und zeichnet die Rücklufttemperatur ("RA") auf, die der Temperatur der Luft entspricht, die aus dem klimatisierten Raum 14 zum Wärmetauscher 37 zurückkehrt. Der zweite Sensor oder Verdampferschlangeauslaß-Temperatursensor 46 ist in der Nähe des Auslasses 43 angeordnet und zeichnet die Temperatur des kryogenen Dampfes ("ECOT"), der die Verdampferschlange 42 verläßt, auf. Der dritte Sensor oder Entfrostsensende-Schalter 48 ist am Wärmetauscher 37 angeordnet und signalisiert dem Regler 34, wenn die Temperatur des Wärmetauschers 37 eine vorgegebene Entfrostsensende-Temperatur ("DTS") erreicht.

[0030] Wie in den Fig. 1 und 2 gezeigt ist, sind im Wärmetauscher 37 ein erster Ventilator 50 und ein zweiter Ventilator 52 angeordnet, die betrieben werden, um Luft aus dem klimatisierten Raum 14 durch den Wärmetauscher 37 hindurch, der ein Heizelement 53 enthält, anzusaugen. In anderen Anwendungen kann der Wärmetauscher 37 einen, drei oder mehr Ventilatoren 50 enthalten. Wie in Fig. 2 gezeigt ist, befindet sich im Wärmetauscher 37 ein Heizelement 53, das eine Heizschlange 54 und eine Fluidleitung 55 enthält, die sich zwischen der Heizschlange 54 und einem Kühlmittelkreislauf (nicht gezeigt) erstreckt, der im Motor 36 des Lastkraftwagens angeordnet ist. In der Fluidleitung 55 ist ein drittes Ventil 58 angeordnet, das den Strom des Motorkühlmittels vom Kühlkreislauf zur Heizschlange 54 steuert. Während des Betriebs heizt der Motor 36 das Kühlmittel im Kühlmittelkreislauf auf. Wenn ein Heizen erforderlich ist, wird das dritte Ventil 58 geöffnet und das Kühlmittel durch das Heizelement 53 geleitet, um die Luft im Wärmetauscher 37 zu erwärmen. In anderen Ausführungsformen können andere Fluide erwärmt und durch das Heizelement 53 geleitet werden, um Luft im Wärmetauscher 37 zu erwärmen. In nochmals anderen Ausführungsformen können ebenso oder alternativ andere Heizelemente 53 wie beispielsweise elektrische Heizvorrichtungen (nicht gezeigt) verwendet werden, um Luft im Wärmetauscher 37 zu erwärmen.

[0031] Um den Betrieb der Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 zu starten, wird der Benutzer durch aufgefordert, Betriebsparameter einschließlich der Einstellungstemperatur SP in den Regler 34 einzugeben. Weitere Betriebsparameter, die vom Benutzer beim Start eingegeben werden oder durch einen Systemadministrator vorprogrammiert werden können, werden weiter unten beschrieben. Die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 wird vorzugsweise entweder in einem Frischkühlen-Bereich oder einem Gefrierkühlen-Bereich betrieben. Während des Starts weist der Benutzer den Regler 34 vorzugsweise an, die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 entweder im Frischkühlen-Bereich oder im Gefrierkühlen-Bereich zu betreiben, wobei er die Einstellungstemperatur SP wählt. Wenn der Benutzer eine Einstellungstemperatur SP eingibt, die gleich oder kleiner als 15°F ist, wird die Anlage im Gefrierkühlen-Bereich betrieben. Umgekehrt wird die Anlage dann, wenn der Benutzer eine Einstellungstemperatur SP eingibt, die größer als 15°F ist, im Frischkühlen-Bereich betrieben.

[0032] Sobald die Einstellungstemperatur SP und die weiteren Betriebsparameter eingegeben worden sind, laufen der erste und der zweite Ventilator 50, 52 vorzugsweise für

eine vorgegebene Zeitdauer (z. B. 30 Sekunden), um Luft im klimatisierten Raum 14 zum Zirkulieren zu bringen. Der Regler 34 beginnt dann den Betrieb entweder im Frischkühlen-Bereich oder im Gefrierkühlen-Bereich.

[0033] Zunächst in Fig. 3 umfaßt der Frischkühlen-Bereich sechs Betriebsarten, die einen Ersten Frischkühlungsmodus, einen Zweiten Frischkühlungsmodus, einen Dritten Frischkühlungsmodus, einen Null-Frisch-Modus, einen Heizen-Modus und einen Entfrosten-Modus umfassen. Wenn der Frischkühlen-Bereich gewählt ist, weist der Regler 34 anhand von vom Rücklufttemperatursensor 45, dem Verdampferschlängenauslaß-Sensor 46 und dem Entfrostsensende-Schalter 48 gelieferten Daten die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 an, den Betrieb in einer dieser drei Betriebsarten zu beginnen.

[0034] Wenn die Rücklufttemperatur RA größer als die Summe aus der Einstellpunktemperatur SP und einer ersten Schaltpunktemperatur ("FS1") (z. B. 6° F) ist, ist der Regler 34 so programmiert, daß er die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 im Ersten Frischkühlungsmodus betreibt. Im Ersten Frischkühlungsmodus werden das erste und das zweite Steuerventil 26, 32 geöffnet, um einen maximalen Kältemittelstrom durch die Verdampferschlange 42 zuzulassen, wodurch ein schneller Temperaturabfall bewirkt wird. Der erste und der zweite Ventilator 50, 52 werden eingeschaltet und der Dämpfer 40 geöffnet, um für einen Luftstrom über die Verdampferschlange 42 zu sorgen. Außerdem wird das dritte Ventil 58 geschlossen, um sicherzustellen, daß kein Kühlmittel in das Heizelement 53 eintritt.

[0035] Wenn die Rücklufttemperatur RA beim Start kleiner oder gleich der Summe aus der ersten Schaltpunktemperatur FS1 und der Einstellpunktemperatur SP ist, ist der Regler 34 so programmiert, daß er den Betrieb im Zweiten Frischkühlungsmodus beginnt. Ähnlich schaltet der Regler 34 die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 in den Zweiten Frischkühlungsmodus, wenn die Rücklufttemperatur RA nach einem Betrieb im Ersten Frischkühlungsmodus unter einen Wert, der der Summe aus der ersten Schaltpunktemperatur FS1 und der Einstellpunktemperatur SP entspricht, absinkt oder gleich diesem Wert wird.

[0036] Im Zweiten Frischkühlungsmodus wird das erste Ventil 26 geöffnet und das zweite Ventil 32 geschlossen, um eine zweite Fließgeschwindigkeit des Kältemittels durch die Verdampferschlange 42 zu bewirken, wodurch ein relativ schneller Temperaturabfall bei gleichzeitigem Sparen von Kältemittel hervorgerufen wird. Der erste und der zweite Ventilator 50, 52 werden eingeschaltet und der Dämpfer 40 geöffnet, um einen Luftstrom über die Verdampferschlange 42 zu bewirken. Außerdem wird das dritte Ventil 58 geschlossen, damit kein Kühlmittel in das Heizelement 53 eintritt.

[0037] Der Regler 34 ist außerdem so programmiert, daß er die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 aus dem Ersten Frischkühlungsmodus in den Zweiten Frischkühlungsmodus schaltet, wenn die Sensoren bestimmen, daß flüssiges Kältemittel die Verdampferschlange 42 gerade verläßt und durch den Auslaß 43 tritt. In manchen Fällen, insbesondere dann, wenn der Mengendurchfluß des Kältemittels durch die Verdampferschlange 42 relativ hoch ist, kann weder ein Teil des Kältemittels noch das gesamte Kältemittel in der Verdampferschlange 42 verdampft werden. In diesen Fällen arbeitet die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung nicht in der effizientesten Weise. Außerdem kann sich ein Teil des Kältemittels oder das gesamte Kältemittel dann, wenn die Flutung ungeprüft belassen wird, in der Verdampferschlange 42 verfestigen, was die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 unbrauchbar macht. Deshalb ist der Regler 34 so programmiert, daß er dann, wenn die Differenz zwi-

schen der Rücklufttemperatur RA und der Verdampferschlängenauslaß-Temperatur ECOT größer als ein Flutungspunktdifferential ("FPD") (z. B. 15°F) ist, aus dem Ersten Frischkühlungsmodus in den Zweiten Frischkühlungsmodus schaltet. Ähnlich ist der Regler 34 so programmiert, daß er dann, wenn die Verdampferschlängenauslaß-Temperatur ECOT unter -40°F fällt, die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 aus dem Ersten Frischkühlungsmodus in den Zweiten Frischkühlungsmodus schaltet.

[0038] Die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 setzt ihren Betrieb im Zweiten Frischkühlungsmodus fort, bis eine von zwei Bedingungen erfüllt ist. Erstens, wenn die Rücklufttemperatur RA über die Summe aus der Einstellpunktemperatur SP, der ersten Schaltpunktemperatur FS1 und einer Frisch-Schalter-Versetzung ("FSO") (z. B. 2°F) ansteigt, schaltet die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 in den Ersten Frischkühlungsmodus. Zweitens, wenn die Rücklufttemperatur RA unter die Summe aus der Einstellpunktemperatur SP und einer zweiten Schaltpunktemperatur ("FS2") (z. B. 3°F) absinkt oder gleich dieser wird, schaltet die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 in den Dritten Frischkühlungsmodus.

[0039] Außerdem kann in manchen Anwendungen während des Betriebs im Zweiten Frischkühlungsmodus eine Flutung eintreten. Deshalb ist der Regler 34 vorzugsweise so programmiert, daß er die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 in den Dritten Frischkühlungsmodus schaltet, wenn die Differenz zwischen der Rücklufttemperatur RA und der Verdampferschlängenauslaß-Temperatur ECOT größer als das Flutungspunktdifferential FDP ist oder wenn die Verdampferschlängenauslaß-Temperatur ECOT unter -40°F fällt. Die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 kann beim Start auch den Betrieb im Dritten Frischkühlungsmodus beginnen, wenn die Rücklufttemperatur RA kleiner oder gleich der Summe aus der ersten Schaltpunktemperatur FS2 und der Einstellpunktemperatur SP ist und wenn die Rücklufttemperatur RA größer als die Summe aus der Einstellpunktemperatur SP und der zweiten Schaltpunktemperatur FS2 ist.

[0040] Im Dritten Frischkühlungsmodus wird das erste Steuerventil geschlossen und das zweite Steuerventil 32 geöffnet, um einen kleineren Mengendurchfluß des Kältemittels durch die Verdampferschlange 42 zu bewirken. Außerdem werden der erste und der zweite Ventilator 50, 52 eingeschaltet und der Dämpfer 40 geöffnet, um den Luftstrom durch den Wärmetauscher 37 zu erhöhen, wobei das dritte Ventil 48 geschlossen wird, um das Heizen zu verhindern.

[0041] Die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 setzt ihren Betrieb im Dritten Frischkühlungsmodus fort, bis eine von zwei Bedingungen erfüllt ist. Erstens, wenn die Rücklufttemperatur RA unter die Summe aus der Einstellpunktemperatur SP und einer Kühlen-auf-Null-Temperatur ("CTN") (z. B. 0,9°F) absinkt, wechselt die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 zum Betrieb im Null-Frisch-Modus. Zweitens, wenn die Rücklufttemperatur RA über die Summe aus der Einstellpunktemperatur SP, der zweiten Schaltpunktemperatur FS2 und der Frisch-Schalter-Versetzung FSO ansteigt, wechselt die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 vom Dritten Frischkühlungsmodus zum Zweiten Frischkühlungsmodus.

[0042] Wie oben erläutert wurde, kann die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 vom Betrieb im Dritten Frischkühlungsmodus zum Betrieb im Null-Frisch-Modus wechseln. Die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 kann den Betrieb auch im Null-Frisch-Modus beginnen, wenn die Rücklufttemperatur RA innerhalb eines Steuerbanddifferentials ("CBD") (z. B. 4°F) um die Einstellpunktemperatur SP liegt. Im allgemeinen ist das Steuerbanddifferential CBD als

bevorzugte Betriebstemperatur für eine bestimmte Fracht festgelegt und somit vorzugsweise vom Benutzer einstellbar, jedoch kann es ebenso oder alternativ durch den Systemadministrator eingegeben werden. Wenn die Rücklufttemperatur RA über die Summe aus dem Steuerbanddifferential CBD und der Einstellpunkttemperatur SP ansteigt, ist der Regler 34 so programmiert, daß er die Tiefsttemperatur-Steuerschaltung 12 aus dem Betrieb im Null-Frisch-Modus in den Betrieb im Ersten Frischkühlungsmodus schaltet.

[0043] Im Null-Frisch-Modus werden das erste und das zweite Steuerventil 26, 32 geschlossen, um zu verhindern, daß Kältemittel durch die Verdampferschlange 42 strömt, während das dritte Ventil 48 geschlossen wird, um zu verhindern, daß Kühlmittel in das Heizelement 53 eintritt. Außerdem werden der erste und der zweite Ventilator 50, 52 ausgeschaltet, um Strom zu sparen und zu verhindern, daß die Ventilatoren 50, 52 den klimatisierten Raum 14 erwärmen. Jedoch können in manchen Anwendungen der erste und der zweite Ventilator 50, 52 im Null-Frisch-Modus eingeschaltet bleiben, um den Luftstrom im klimatisierten Raum 24 aufrechtzuerhalten.

[0044] Wenn die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 vom Betrieb im Dritten Frischkühlungsmodus zum Betrieb im Null-Frisch-Modus wechselt, werden das erste und das zweite Steuerventil 26, 32, wie oben erläutert wurde, geschlossen. Jedoch kann in der Verdampferschlange 42 noch restliches Kältemittel verbleiben, nachdem das erste und das zweite Steuerventil 26, 32 geschlossen wurde. Dieses restliche Kältemittel bewirkt ein zusätzliches Kühlen des klimatisierten Raums 14, so daß die Temperatur des klimatisierten Raums 14 absinkt, nachdem der Kältemittelstrom unterbrochen wurde. Außerdem ist das Kühlungsvermögen des restlichen Kältemittels in der Verdampferschlange 42 etwa gleich der Kühlen-auf-Null-Temperatur CTN. Deshalb senkt das restliche Kältemittel die Temperatur des klimatisierten Raums auf die Einstellpunkttemperatur SP ab, wenn die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 aus dem Dritten Frischkühlungsmodus in den Null-Frisch-Modus geschaltet wird.

[0045] Der Regler 34 ist außerdem so programmiert, daß er sich auf Fehler der Sensoren einstellt. Insbesondere ist der Regler 34 so programmiert, daß er im Ersten, Zweiten oder Dritten Frischkühlungsmodus die Temperaturwerte entweder des Rücklufttemperatursensors 45 oder des Verdampferschlängenauslaß-Temperatursensors 46, die abseits eines vorgegebenen Wertes liegen, was angibt, daß die Sensoren beschädigt oder fehlerbehaftet sind, aufzeichnet, um die von jenem Sensor gelieferten Daten zu verwerfen. Wenn ein Sensor ausfällt, aktiviert die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 einen Alarm (nicht gezeigt) und setzt den Betrieb in der geeigneten Betriebsart fort. Wenn sowohl der Rücklufttemperatursensor 45 als auch der Verdampferschlängenauslaß-Temperatursensor 46 ausfallen, arbeitet die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 für eine vorgegebene Zeitspanne (z. B. 2 Minuten) im Dritten Frischkühlungsmodus, bevor sie abschaltet.

[0046] Wenn der Regler 34 feststellt, daß während des Betriebs im Ersten oder Zweiten Frischkühlungsmodus entweder der Rücklufttemperatursensor 45 oder der Verdampferschlängenauslaß-Temperatursensor 46 schadhaft ist, ist der Regler 34 vorzugsweise so programmiert, daß er die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 in den Dritten Frischkühlungsmodus schaltet. Wenn der Rücklufttemperatursensor 45 ausfällt, arbeitet die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 im Dritten Frischkühlungsmodus, bis die Verdampferschlängenauslaß-Temperatur ECOT unter die Summe aus der Einstellpunkttemperatur SP, der Kühlen-auf-Null-Temperatur CTN und  $-5^{\circ}\text{F}$  fällt, wobei die Tiefsttemperatur-

Steuervorrichtung 12 zu diesem Zeitpunkt in den Null-Frisch-Modus schaltet. Wenn der Rücklufttemperatursensor 45 ausfällt und die Verdampferschlängenauslaß-Temperatur ECOT über die Summe aus der Einstellpunkttemperatur SP und dem Steuerbanddifferential CBD ansteigt, schaltet der Regler 34 aus dem Betrieb im Null-Frisch-Modus in den Betrieb im Dritten Frischkühlungsmodus.

[0047] Wenn der Verdampferschlängenauslaß-Temperatursensor 46 während des Betriebs im Null-Frisch-Modus ausfällt, setzt die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 mit dem Betrieb im Null-Frisch-Modus fort, bis die Rücklufttemperatur RA über die Summe aus dem Steuerbanddifferential CBD und der Einstellpunkttemperatur SP ansteigt, wobei der Regler 34 zu diesem Zeitpunkt in den Betrieb im Dritten Frischkühlungsmodus schaltet.

[0048] In manchen Anwendungen kann es dann, wenn die Umgebungstemperatur unter der Einstellpunkttemperatur SP liegt, wünschenswert sein, den klimatisierten Raum 14 zu erwärmen. Deshalb kann die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 während des Betriebs im Frischkühlen-Bereich im Heizen-Modus arbeiten, wenn die Rücklufttemperatur RA unter die Summe aus der Einstellpunkttemperatur SP und dem Steuerbanddifferential CBD fällt oder gleich dieser wird. Sobald die Rücklufttemperatur RA die Einstellpunkttemperatur SP erreicht, schaltet die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 in den Null-Frisch-Modus.

[0049] Gelegentlich kann sich Wasserdampf aus dem klimatisierten Raum 14 von der Luft abscheiden und auf der Verdampferschlange 42 niederschlagen, so daß sich Reif bildet. Um die Reifbildung auf der Verdampferschlange 42 zu minimieren und den Reif von der Verdampferschlange 42 zu entfernen, ist der Regler 34 so programmiert, daß er die Temperatursteuervorrichtung 12 während des Betriebs im Frischkühlen-Bereich oder im Gefrierkühlen-Bereich im Entfrosteten-Modus betreibt.

[0050] Wenn die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 im Entfrosteten-Modus arbeitet, werden das erste und das zweite Steuerventil 26, 32 geschlossen, so daß kein Kältemittel in die Verdampferschlange 42 eintritt. Das dritte Steuerventil 58 wird geöffnet, um den Eintritt von Kühlmittel in das Heizelement 53 zuzulassen, während der Dämpfer 40 geschlossen wird, um zu verhindern, daß warme Luft in den klimatisierten Raum 14 dringt. Vorzugsweise werden der erste und der zweite Ventilator 50, 52 ausgeschaltet.

[0051] Die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 kann auf vier verschiedene Arten in den Entfrosteten-Modus schalten. Erstens kann die Bedienungsperson den Regler 34 manuell anweisen, die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 in den Entfrosteten-Modus zu schalten. Um jedoch zu verhindern, daß die Bedienungsperson den Entfrosteten-Modus unnötigerweise initiiert, ist der Regler 34 vorzugsweise so programmiert, daß er eine manuelle Initiierung verhindert, solange die Verdampferschlängenauslaß-Temperatur ECOT nicht kleiner oder gleich  $35^{\circ}\text{F}$  ist oder die Einstellpunkttemperatur SP nicht kleiner oder gleich  $50^{\circ}\text{F}$  ist.

[0052] Zweitens wird der Entfrosteten-Modus in vorgegebenen Zeitintervallen (z. B. 2 Stunden) initiiert, was vorzugsweise durch den Systemadministrator programmiert wird. Jedoch wird der Entfrosteten-Modus in den vorgegebenen Zeitintervallen nicht initiiert, solange die Verdampferschlängenauslaß-Temperatur ECOT nicht kleiner oder gleich  $35^{\circ}\text{F}$  ist oder die Einstellpunkttemperatur SP nicht kleiner oder gleich  $50^{\circ}\text{F}$  ist.

[0053] Drittens wird der Entfrosteten-Modus nach Bedarf initiiert, wenn der Regler 34 feststellt, daß bestimmte Anforderungen erfüllt sind. Spezifisch wird der Entfrosteten-Modus dann initiiert, wenn die Verdampferschlängenauslaß-Temperatur ECOT kleiner oder gleich  $35^{\circ}\text{F}$  ist und der Mengen-



durchfluß des Kältemittels, das sich durch die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 bewegt, über einem vorgegebenen Wert ("M") (z. B. während des Betriebs im Dritten Frischkühlungsmodus, in der das erste Steuerventil 26 geschlossen ist und das zweite Steuerventil 32 geöffnet ist) liegt. Alternativ wird der Entfrosten-Modus initiiert, wenn die Rücklufttemperatur RA minus der Verdampferschlängenauslaß-Temperatur ECOT über einem vorgegebenen Wert (z. B. 8°F) liegt, der vorzugsweise einstellbar ist und durch den Systemadministrator programmiert werden kann. Der vorgegebene Mengendurchfluß M ist eine Funktion der Betriebsumgebung einschließlich der erwarteten Umgebungfeuchtepegel und Verdampfergrößen und wird deshalb vorzugsweise vom Systemadministrator festgelegt oder kann während des Starts von der Bedienungsperson eingegeben werden.

[0054] Viertens wird der Entfrosten-Modus automatisch initiiert, wenn die Verdampferschlängenauslaß-Temperatur ECOT gleich oder kleiner als -40°F ist und der Mengendurchfluß des Kältemittels, das sich durch die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 bewegt, über dem vorgegebenen Mengendurchfluß M liegt.

[0055] Sobald der Entfrosten-Modus initiiert ist, wird das Entfrosten fortgesetzt, bis die Lufttemperatur um den Entfrostsensende-Schalter 48 gleich der Entfrostsensende-Temperatur DTS (z. B. 45°F) ist oder die Verdampferschlängenauslaß-Temperatur ECOT 59°F erreicht. Außerdem ist der Regler 34 in manchen Anwendungen so programmiert, daß er den Entfrosten-Modus nach einer vorgegebenen Zeit beendet.

[0056] In Fig. 4 besitzt der Gefrierkühlen-Bereich fünf Betriebsarten, die einen Ersten Gefrierkühlungsmodus, einen Zweiten Gefrierkühlungsmodus, einen Dritten Gefrierkühlungsmodus, einen Null-Gefrier-Modus und einen Entfrosten-Modus umfassen. Wenn der Gefrierkühlen-Bereich gewählt ist (d. h. die Einstellpunkttemperatur SP kleiner als 15°F ist), weist der Regler 34 anhand von vom Rücklufttemperatursensor 45, dem Verdampferschlängenauslaß-Sensor 46 und dem Entfrostsensende-Schalter 48 gelieferten Daten die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 an, den Betrieb in einer dieser drei Betriebsarten zu beginnen.

[0057] Wenn die Rücklufttemperatur RA größer als die Einstellpunkttemperatur SP ist, beginnt die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 den Betrieb im Ersten Gefrierkühlungsmodus. Im Ersten Gefrierkühlungsmodus werden das erste und das zweite Steuerventil 26, 32 geöffnet, um einen maximalen Kältemittelstrom durch die Verdampferschlange 42 zuzulassen, wodurch ein schneller Temperaturabfall bewirkt wird. Der erste und der zweite Ventilator 50, 52 werden eingeschaltet und der Dämpfer 40 geöffnet, um einen Luftstrom über die Verdampferschlange 42 zu bewirken. Außerdem wird das dritte Ventil 58 geschlossen, um sicherzustellen, daß kein Kältemittel in das Heizelement 53 eintritt. Sobald die Rücklufttemperatur RA gleich der Einstellpunkttemperatur SP wird oder unter diese absinkt, wird die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 aus dem Ersten Gefrierkühlungsmodus in den Null-Gefrier-Modus (weiter unten näher beschrieben) geschaltet.

[0058] Wie oben mit Bezug auf den Frischkühlen-Bereich erläutert wurde, kann es geschehen, daß ein Teil des Kältemittels oder das gesamte Kältemittel in der Verdampferschlange 42 während der Kühlvorgänge nicht verdampft und die Verdampferschlange 42 sich mit flüssigem Kältemittel zu füllen beginnt. Wenn die Flutung eintritt, kann sich das Kältemittel in der Verdampferschlange 42 verfestigen und die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 beschädigen. Deshalb schaltet die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 zur Verhinderung einer Flutung aus dem Ersten Gefrierküh-

lungsmodus in den Zweiten Gefrierkühlungsmodus, wenn eine von zwei Bedingungen erfüllt ist. Erstens, wenn die Differenz zwischen der Rücklufttemperatur und der Verdampferschlängenauslaß-Temperatur ECOT unter das Flutungspunktdifferential FPD (z. B. 15°F) fällt, schaltet die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 in den Zweiten Gefrierkühlungsmodus. Zweitens, wenn die Verdampferschlängenauslaß-Temperatur ECOT unter -40°F fällt, schaltet die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 in den Zweiten Gefrierkühlungsmodus.

[0059] Im zweiten Gefrierkühlungsmodus wird das erste Ventil 26 geöffnet und das zweite Ventil 32 geschlossen, um eine zweite Fließgeschwindigkeit des Kältemittels durch die Verdampferschlange 42 zu bewirken, wodurch ein relativ schneller Temperaturabfall hervorgerufen und gleichzeitig an Kältemittel gespart wird. Der erste und der zweite Ventilator 50, 52 werden eingeschaltet, während der Dämpfer 40 geöffnet bleibt, um einen Luftstrom über die Verdampferschlange 42 zuzulassen. Außerdem wird das dritte Ventil 48 geschlossen, um ein Heizen zu verhindern.

[0060] Die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 setzt den Betrieb im Zweiten Gefrierkühlungsmodus fort, solange die Rücklufttemperatur über der Einstellpunkttemperatur SP bleibt und solange eine der drei Bedingungen erfüllt ist. Erstens, wenn die Differenz zwischen der Rücklufttemperatur RA und der Verdampferschlängenauslaß-Temperatur ECOT unter das Flutungspunktdifferential FPD absinkt, schaltet die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 in den Dritten Gefrierkühlungsmodus. Zweitens, wenn die Verdampferschlängenauslaß-Temperatur ECOT unter -40°F fällt, schaltet die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 in den Dritten Gefrierkühlungsmodus. Drittens, wenn die Rücklufttemperatur RA gleich der Einstellpunkttemperatur SP wird oder unter diese absinkt, wird die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 aus dem Betrieb im Zweiten Gefrierkühlungsmodus in den Betrieb im Null-Gefrier-Modus geschaltet.

[0061] Im Dritten Gefrierkühlungsmodus wird das erste Steuerventil 26 geschlossen und das zweite Steuerventil 32 geöffnet, um einen relativ niedrigen Mengendurchfluß des Kältemittels durch die Verdampferschlange 42 zu bewirken. Außerdem werden der erste und der zweite Ventilator 50, 52 eingeschaltet, während der Dämpfer 40 geöffnet bleibt, um einen Luftstrom durch den Wärmetauscher 37 zuzulassen, und das dritte Ventil 48 geschlossen wird, um ein Heizen zu verhindern.

[0062] Wenn die Rücklufttemperatur RA unter die Einstellpunkttemperatur SP absinkt oder gleich dieser wird, schaltet die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 aus dem Dritten Gefrierkühlungsmodus in den Null-Gefrier-Modus. Im Null-Gefrier-Modus werden das erste und das zweite Steuerventil 26, 32 geschlossen, wobei der erste und der zweite Ventilator 50, 52 für eine vorgegebene Zeit (z. B. 30 Sekunden) eingeschaltet bleiben und danach ausgeschaltet werden.

[0063] Die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 setzt den Betrieb im Null-Gefrier-Modus fort, solange ein Kühlen erforderlich ist und die Rücklufttemperatur RA gleich oder kleiner als die: Summe aus der Einstellpunkttemperatur SP und einem vorgegebenen Steuerbanddifferential CBD (z. B. 4°F) ist. Wenn die Rücklufttemperatur RA über die Summe aus dem Steuerbanddifferential CBD und der Einstellpunkttemperatur SP ansteigt und wenn die Rücklufttemperatur RA größer als eine Null-Flut-Verhinderungs-Temperatur ("NFP") (z. B. 15°F) ansteigt, schaltet die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 in den Ersten Gefrierkühlungsmodus. Umgekehrt schaltet die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 in den Zweiten Gefrierkühlungsmodus, wenn die Rücklufttemperatur RA über die Summe aus dem Steuerbanddif-

ferential CBD und der Einstellpunkttemperatur SP ansteigt und die Rücklufttemperatur RA kleiner oder gleich der Null-Flut-Verhinderungs-Temperatur NFP (z. B. 15°F) ist. **[0064]** Der Regler 34 ist außerdem vorzugsweise so programmiert, daß er sich auf Fehler der Rückluftsensoren 45 und/oder des Verdampferschlängenauslaß-Temperatursensors 46 oder beider Sensoren während des Betriebs im Gefrierkühlen-Bereich einstellt. Wie oben in bezug auf den Betrieb im Frischkühlen-Bereich angeführt wurde, bestimmt der Regler 34, ob der Rücklufttemperatursensor 45 und der Verdampferschlängenauslaß-Temperatursensor 46 beschädigt oder schadhaft sind oder nicht, indem er die von den Sensoren gelieferten Daten mit vorgegebenen erwarteten Bereichen vergleicht. Wenn der Rücklufttemperatursensor 45 oder der Verdampferschlängenauslaß-Temperatursensor 46 Werte außerhalb dieser erwarteten Bereiche aufzeichnet, verwirft der Regler 34 die von jenem Sensor gelieferten Daten und stützt sich auf die vom anderen Sensor gelieferten Daten.

**[0065]** Genauer, wenn die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 entweder im Ersten Gefrierkühlungsmodus oder im Zweiten Gefrierkühlungsmodus arbeitet und der Regler 34 feststellt, daß der Rücklufttemperatursensor 45 oder der Verdampferschlängen-Temperatursensor 46 schadhaft ist, wird die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 in den Dritten Gefrierkühlungsmodus geschaltet.

**[0066]** Ähnlich wird die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 aus dem Null-Gefrier-Modus in den Dritten Gefrierkühlungsmodus geschaltet, wenn der Regler 34 feststellt, daß der Rücklufttemperatursensor 45 schadhaft ist und die Verdampferschlängenauslaß-Temperatur ECOT größer als die Summe aus der Einstellpunkttemperatur und dem Steuerbanddifferential CBD ist. Alternativ wird die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 aus dem Null-Gefrier-Modus in den Dritten Gefrierkühlungsmodus geschaltet, wenn der Regler 34 feststellt, daß der Verdampferschlängenauslaß-Temperatursensor 46 schadhaft ist und die Rücklufttemperatur RA größer als die Summe aus der Einstellpunkttemperatur SP und dem Steuerbanddifferential CBD ist. Außerdem schaltet die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 aus dem Dritten Gefrierkühlungsmodus in den Null-Gefrier-Modus, wenn der Regler 34 feststellt, daß der Rücklufttemperatursensor 45 schadhaft ist und die Verdampferschlängenauslaß-Temperatur ECOT größer oder gleich der Summe aus der Einstellpunkttemperatur SP, der Kühlen-auf-Null-Temperatur CTN und -8°F ist.

**[0067]** Wie oben erläutert wurde, arbeitet die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 während des Betriebs im Gefrierkühlen-Bereich im Entfrosten-Modus. Jedoch ist der Betrieb im Entfrosten-Modus während des Gefrierkühlens-Bereichs im wesentlichen gleich dem Betrieb im Entfrosten-Modus innerhalb des Frischkühlens-Bereichs und wird deshalb hier nicht mehr beschrieben.

**[0068]** Während des Betriebs im Frischkühlen-Bereich oder im Gefrierkühlen-Bereich ist der Regler 34 vorzugsweise so programmiert, daß er Zeitverzögerungen einschließt, wenn er zwischen den verschiedenen Betriebsarten umschaltet. Dies stellt sicher, daß keine Temperaturspitze die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 in eine ungeeignete Betriebsart schaltet. In verschiedenen Anwendungen können die Verzögerungen jede Länge, jedoch vorzugsweise zwischen einer Sekunde und zwanzig Sekunden, annehmen.

**[0069]** Die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 enthält einen Türsensor 62, der betrieben wird, um zu bestimmen, ob die Türen 19 geöffnet oder geschlossen sind. Vorzugsweise schaltet die Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung 12 den Betrieb ab, wenn die Türen 19 geöffnet sind, und nimmt

den normalen Betrieb nicht wieder auf, bis die Türen 19 geschlossen sind. Alternativ kann in manchen Ausführungsformen der Systemadministrator den Regler 34 so programmieren, daß er den normalen Betrieb wieder aufnimmt, wenn die Türen 19 für längere Zeit geöffnet bleiben.

**[0070]** Die obenbeschriebenen und in der Zeichnung veranschaulichten Ausführungsformen sind nur beispielhaft dargeboten und nicht als Einschränkung der Konzepte und Prinzipien der vorliegenden Erfindung auszulegen. Als solches ist dem gewöhnlichen Fachmann selbstverständlich klar, daß verschiedene Änderungen an den Elementen und ihrer Konfiguration und Anordnung möglich sind, ohne vom Leitgedanken und Umfang der vorliegenden Erfindung, die in den beigefügten Ansprüchen dargelegt sind, abzuweichen.

**[0071]** Beispielsweise wird die vorliegende Erfindung hier so beschrieben, daß sie verwendet wird, um die Temperatur in einem Lastkraftwagen 16 mit einem einzigen klimatisierten Raum 14 abzusinken und aufrechtzuerhalten. Jedoch ist einem gewöhnlichen Fachmann klar, daß die vorliegende Erfindung auch in Lastkraftwagen oder Zugmaschinen mit mehreren klimatisierten Räumen 14 verwendet werden kann. Ähnlich kann die vorliegende Erfindung auch verwendet werden, um die Temperatur in Gebäuden, Containern und dergleichen abzusinken und aufrechtzuerhalten.

**[0072]** Ähnlich ist die vorliegende Erfindung hier so beschrieben, daß sie ein erstes Steuerventil 26 mit einer relativ großen Öffnung und ein zweites Steuerventil mit einer zweiten kleineren Öffnung enthält. Diese Anordnung liefert vorzugsweise vier verschiedene Mengendurchflüsse. Einem gewöhnlichen Fachmann ist klar, daß in anderen Anwendungen zusätzliche Ventile verwendet werden können, um zusätzliche Fließgeschwindigkeiten zu liefern. Außerdem ist einem gewöhnlichen Fachmann klar, daß ein einstellbares Ventil, ein Impulsventil, ein Expansionsventil oder dergleichen verwendet werden könnte, um zusätzliche Mengendurchflüsse und zusätzliche Betriebsarten zu schaffen.

**[0073]** Somit können die Funktionen der verschiedenen Elemente und Einheiten der vorliegenden Erfindung in starkem Maße verändert werden, ohne vom Leitgedanken und dem Umfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Temperatursteuerung in einer Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung, umfassend:

Vorsehen eines Wärmetauschers in Thermoverbindung mit einem klimatisierten Raum, wobei der Wärmetauscher einen Lufteinlaß und eine Verdampferschlange mit einem Auslaß enthält;

Vorsehen eines ersten Temperatursensors, der mit einem Regler funktional gekoppelt ist, wobei der erste Temperatursensor die Temperatur im Auslaß mißt und diese an den Regler sendet,

Vorsehen eines zweiten Temperatursensors, der mit einem Regler funktional gekoppelt ist, wobei der zweite Temperatursensor die Temperatur im Lufteinlaß mißt und diese an den Regler sendet,

Bereitstellen einer ersten Menge von Temperatursteuerwerten und einer zweiten Menge von Temperatursteuerwerten;

Verändern des Kältemittelstroms aus dem Vorratsbehälter zur Verdampferschlange jedesmal, wenn die Temperatur im Auslaß einen aus der ersten Menge von Temperatursteuerwerten überschreitet; und

Verändern des Kältemittelstroms aus dem Vorratsbehälter zur Verdampferschlange jedesmal, wenn die Temperatur im Lufteinlaß einen aus der zweiten Menge



von Temperatursteuerwerten überschreitet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend das Vorsehen eines Ventils zwischen dem Vorratsbehälter und der Verdampferschlange, wobei das Ventil den Kältemittelstrom aus dem Vorratsbehälter zur Verdampferschlange verändert.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei das Ventil eine erste Stellung, die einem ersten Mengendurchfluß des Kältemittels vom Vorratsbehälter zur Verdampferschlange entspricht, und eine zweite Stellung, die einem zweiten Mengendurchfluß des Kältemittels vom Vorratsbehälter zur Verdampferschlange entspricht, besitzt und wobei das Verändern des Kältemittelstroms aus dem Vorratsbehälter zur Verdampferschlange das Schalten des Ventils zwischen der ersten Stellung und der zweiten Stellung beinhaltet.

4. Verfahren nach Anspruch 2, wobei das erste Ventil eine erste Stellung und eine zweite Stellung besitzt, ferner umfassend:

Vorsehen eines zweiten Ventils zwischen dem Vorratsbehälter und der Verdampferschlange, das den Kältemittelstrom aus dem Vorratsbehälter zur Verdampferschlange verändert, wobei das zweite Ventil eine dritte Stellung und eine vierte Stellung besitzt;

Fahren des ersten Ventils in die erste Stellung und Fahren des zweiten Ventils in die dritte Stellung, um einen ersten Mengendurchfluß des Kältemittels vom Vorratsbehälter zur Verdampferschlange zu bewirken;

Fahren des ersten Ventils in die erste Stellung und Fahren des zweiten Ventils in die vierte Stellung, um einen zweiten Mengendurchfluß des Kältemittels vom Vorratsbehälter zur Verdampferschlange zu bewirken;

Fahren des ersten Ventils in die zweite Stellung und Fahren des zweiten Ventils in die dritte Stellung, um einen dritten Mengendurchfluß des Kältemittels vom Vorratsbehälter zur Verdampferschlange zu bewirken;

Fahren des ersten Ventils in die zweite Stellung und Fahren des zweiten Ventils in die vierte Stellung, um einen vierten Mengendurchfluß des Kältemittels vom Vorratsbehälter zur Verdampferschlange zu bewirken.

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Regler eine Kettenlogik verwendet.

6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Wärmetauscher ein Heizelement enthält, wobei das Verfahren ferner umfaßt:

Vorsehen einer dritten Menge von Temperatursteuerwerten und einer vierten Menge von Temperatursteuerwerten;

Unterbrechen des Kältemittelstroms aus dem Vorratsbehälter zur Verdampferschlange jedesmal, wenn die Temperatur im Auslaß einen aus der dritten Menge von Temperatursteuerwerten überschreitet;

Unterbrechen des Kältemittelstroms aus dem Vorratsbehälter zur Verdampferschlange jedesmal, wenn die Temperatur im Lufteinlaß einen aus der vierten Menge von Temperatursteuerwerten überschreitet;

Erwärmen der Luft im Wärmetauscher mit dem Heizelement jedesmal, wenn die Temperatur im Auslaß einen aus der dritten Menge von Temperatursteuerwerten überschreitet; und

Erwärmen der Luft im Wärmetauscher mit dem Heizelement jedesmal, wenn die Temperatur im Lufteinlaß einen aus der vierten Menge von Temperatursteuerwerten überschreitet.

7. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend:

Vorsehen eines ersten Kühlmodus, der einer ersten Fließgeschwindigkeit des Kältemittels vom Vorratsbehälter zur Verdampferschlange entspricht;

Vorsehen eines zweiten Kühlmodus, der einer zweiten Fließgeschwindigkeit des Kältemittels vom Vorratsbehälter zur Verdampferschlange entspricht; und wobei das Verändern des Kältemittelstroms aus dem Vorratsbehälter zur Verdampferschlange das Schalten zwischen dem ersten Kühlmodus und dem zweiten Kühlmodus beinhaltet.

8. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend:

Vorsehen eines ersten Kühlmodus, der einer ersten Fließgeschwindigkeit des Kältemittels vom Vorratsbehälter zur Verdampferschlange entspricht;

Vorsehen eines zweiten Kühlmodus, der einer zweiten Fließgeschwindigkeit des Kältemittels vom Vorratsbehälter zur Verdampferschlange entspricht;

Vorsehen eines dritten Kühlmodus, der einer dritten Fließgeschwindigkeit des Kältemittels vom Vorratsbehälter zur Verdampferschlange entspricht; und wobei das Verändern des Kältemittelstroms aus dem Vorratsbehälter zur Verdampferschlange das Schalten zwischen dem ersten Kühlmodus, dem zweiten Kühlmodus und dem dritten Kühlmodus beinhaltet.

9. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend:

Vorsehen eines ersten Kühlmodus, der einer ersten Fließgeschwindigkeit des Kältemittels vom Vorratsbehälter zur Verdampferschlange entspricht;

Vorsehen eines zweiten Kühlmodus, der einer zweiten Fließgeschwindigkeit des Kältemittels vom Vorratsbehälter zur Verdampferschlange entspricht;

Vorsehen eines dritten Kühlmodus, der einer dritten Fließgeschwindigkeit des Kältemittels vom Vorratsbehälter zur Verdampferschlange entspricht;

Vorsehen eines vierten Kühlmodus, der einer vierten Fließgeschwindigkeit des Kältemittels vom Vorratsbehälter zur Verdampferschlange entspricht; und wobei das Verändern des Kältemittelstroms aus dem Vorratsbehälter zur Verdampferschlange das Schalten zwischen dem ersten Kühlmodus, dem zweiten Kühlmodus, dem dritten Kühlmodus und dem vierten Kühlmodus beinhaltet.

10. Verfahren zur Temperatursteuerung in einer Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung, wobei die Temperatursteuervorrichtung einen Vorratsbehälter, der ein Kältemittel aufnimmt, und einen Wärmetauscher in Thermoverbindung mit einem klimatisierten Raum umfaßt, wobei der Wärmetauscher einen Lufteinlaß aufweist und eine Verdampferschlange in Fluidverbindung mit dem Vorratsbehälter enthält, wobei die Verdampferschlange einen Auslaß aufweist, wobei das Verfahren ferner umfaßt:

Vorsehen eines ersten Temperatursensors, der mit einem Regler funktionalgekoppelt ist, wobei der erste Temperatursensor die Temperatur im Auslaß mißt und diese an den Regler sendet,

Vorsehen eines zweiten Temperatursensors, der mit einem Regler funktional gekoppelt ist, wobei der zweite Temperatursensor die Temperatur im Lufteinlaß mißt und diese an den Regler sendet,

Bereitstellen einer ersten Menge von Temperatursteuerwerten und einer zweiten Menge von Temperatursteuerwerten;

Vorsehen eines ersten Mengendurchflusses des Kältemittels aus dem Vorratsbehälter durch die Verdampferschlange;

Vorsehen eines zweiten Mengendurchflusses des Kältemittels aus dem Vorratsbehälter durch die Verdampferschlange;

Verändern des Kältemittelstroms vom ersten Mengendurchfluß zum zweiten Mengendurchfluß jedesmal,

wenn die Temperatur im Auslaß einen aus der ersten Menge von Temperatursteuerwerten überschreitet; und Verändern des Kältemittelstroms vom ersten Mengendurchfluß zum zweiten Mengendurchfluß jedesmal, wenn die Temperatur im Lufteinlaß einen aus der zweiten Menge von Temperatursteuerwerten überschreitet.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei das Verändern des Kältemittelstroms das Verstellen eines zwischen dem Vorratsbehälter und der Verdampferschlange angeordneten Ventils beinhaltet.

12. Verfahren nach Anspruch 10, ferner umfassend: Vorsehen eines dritten Mengendurchflusses des Kältemittels aus dem Vorratsbehälter durch die Verdampferschlange; Bereitstellen einer dritten Menge von Temperatursteuerwerten; Verändern des Kältemittelstroms vom ersten oder zweiten Mengendurchfluß zum dritten Mengendurchfluß jedesmal, wenn die Temperatur im Auslaß einen aus der dritten Menge von Temperatursteuerwerten überschreitet; und Verändern des Kältemittelstroms vom ersten oder zweiten Mengendurchfluß zum dritten Mengendurchfluß jedesmal, wenn die Temperatur im Lufteinlaß einen aus der dritten Menge von Temperatursteuerwerten überschreitet.

13. Verfahren nach Anspruch 12, ferner umfassend: Vorsehen eines vierten Mengendurchflusses des Kältemittels aus dem Vorratsbehälter durch die Verdampferschlange; Bereitstellen einer vierten Menge von Temperatursteuerwerten; Verändern des Kältemittelstroms vom ersten, zweiten oder dritten Mengendurchfluß zum vierten Mengendurchfluß jedesmal, wenn die Temperatur im Auslaß einen aus der vierten Menge von Temperatursteuerwerten überschreitet; und Verändern des Kältemittelstroms vom ersten, zweiten oder dritten Mengendurchfluß zum vierten Mengendurchfluß jedesmal, wenn die Temperatur im Lufteinlaß einen aus der vierten Menge von Temperatursteuerwerten überschreitet.

14. Verfahren nach Anspruch 10, wobei der Regler eine Kettenlogik verwendet.

15. Verfahren nach Anspruch 10, wobei der Wärmetauscher ein Heizelement enthält, wobei das Verfahren ferner umfaßt: Vorsehen einer dritten Menge von Temperatursteuerwerten und einer vierten Menge von Temperatursteuerwerten; Unterbrechen des Kältemittelstroms aus dem Vorratsbehälter zur Verdampferschlange jedesmal, wenn die Temperatur im Auslaß einen aus der dritten Menge von Temperatursteuerwerten überschreitet; Unterbrechen des Kältemittelstroms aus dem Vorratsbehälter zur Verdampferschlange jedesmal, wenn die Temperatur im Lufteinlaß einen aus der vierten Menge von Temperatursteuerwerten überschreitet; Erwärmen der Luft im Wärmetauscher mit dem Heizelement jedesmal, wenn die Temperatur im Auslaß einen aus der dritten Menge von Temperatursteuerwerten überschreitet; und Erwärmen der Luft im Wärmetauscher mit dem Heizelement jedesmal, wenn die Temperatur im Lufteinlaß einen aus der vierten Menge von Temperatursteuerwerten überschreitet.

16. Verfahren zur Temperatursteuerung in einer Tiefsttemperatur-Steuervorrichtung, wobei die Tiefsttempe-

ratur-Steuervorrichtung eine Verdampferschlange umfaßt, die einen Auslaß aufweist und durch einen Wärmetauscher verläuft, wobei der Wärmetauscher einen Lufteinlaß aufweist und in Thermoverbindung mit einem klimatisierten Raum steht, wobei das Verfahren ferner umfaßt: Vorsehen eines ersten Kühlmodus, der einem ersten Mengendurchfluß des Kältemittels durch die Verdampferschlange entspricht; Vorsehen eines zweiten Kühlmodus, der einem zweiten Mengendurchfluß des Kältemittels durch die Verdampferschlange entspricht; Vorsehen eines ersten Temperatursensors, der mit einem Regler, der eine Kettenlogik verwendet, funktional gekoppelt ist, wobei der erste Temperatursensor die Temperatur im Lufteinlaß mißt und diese an den Regler sendet, Vorsehen eines zweiten Temperatursensors, der mit einem Regler, der eine Kettenlogik verwendet, funktional gekoppelt ist, wobei der zweite Temperatursensor die Temperatur im Auslaß mißt und diese an den Regler sendet, Bereitstellen einer ersten Menge von Temperatursteuerwerten und einer zweiten Menge von Temperatursteuerwerten; Schalten zwischen der ersten Betriebsart und der zweiten Betriebsart jedesmal, wenn die Temperatur im Auslaß einen der ersten Steuerwerte überschreitet; und Schalten zwischen der ersten Betriebsart und der zweiten Betriebsart jedesmal, wenn die Temperatur im Lufteinlaß einen der zweiten Steuerwerte überschreitet.

17. Verfahren nach Anspruch 16, ferner umfassend: Vorsehen eines dritten Kühlmodus, der einer dritten Fließgeschwindigkeit des Kältemittels vom Vorratsbehälter zur Verdampferschlange entspricht; Bereitstellen einer dritten Menge von Temperatursteuerwerten und einer vierten Menge von Temperatursteuerwerten; Schalten zwischen der ersten oder zweiten Betriebsart und der dritten Betriebsart jedesmal, wenn die Temperatur im Auslaß einen der dritten Steuerwerte überschreitet; und Schalten zwischen der ersten Betriebsart oder zweiten und der dritten Betriebsart jedesmal, wenn die Temperatur im Lufteinlaß einen der vierten Steuerwerte überschreitet.

18. Verfahren nach Anspruch 16, ferner umfassend das Vorsehen eines Ventils stromaufwärts von der Verdampferschlange, wobei das Ventil den Kältemittelstrom durch die Verdampferschlange verändert.

19. Verfahren nach Anspruch 18, wobei das Ventil eine erste Stellung; die dem ersten Mengendurchfluß entspricht, und eine zweite Stellung, die dem zweiten Mengendurchfluß entspricht, besitzt und wobei das Schalten zwischen der ersten Betriebsart und der zweiten Betriebsart das Verstellen des Ventils zwischen der ersten Stellung und der zweiten Stellung beinhaltet.

20. Verfahren nach Anspruch 16, ferner umfassend: ein erstes Ventil und ein zweites Ventil, die sich stromaufwärts von der Verdampferschlange befinden, wobei das erste Ventil eine erste Stellung und eine zweite Stellung besitzt; Vorsehen eines ersten Mengendurchflusses, wenn sich das erste Ventil in der ersten Stellung und das zweite Ventil in der dritten Stellung befinden; Vorsehen eines zweiten Mengendurchflusses, wenn sich das erste Ventil in der zweiten Stellung und das zweite Ventil in der dritten Stellung befinden;

Vorsehen eines dritten Mengendurchflusses, wenn sich  
das erste Ventil in der ersten Stellung und das zweite  
Ventil in der vierten Stellung befinden; und  
Vorsehen eines vierten Mengendurchflusses, wenn sich  
das erste Ventil in der zweiten Stellung und das zweite 5  
Ventil in der vierten Stellung befinden; wobei das  
Schalten zwischen der ersten Betriebsart und der zweiten  
Betriebsart das Verstellen des ersten Ventils zwischen  
der ersten Stellung und der zweiten Stellung und  
das Verstellen des zweiten Ventils zwischen der dritten 10  
Stellung und der vierten Stellung beinhaltet.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

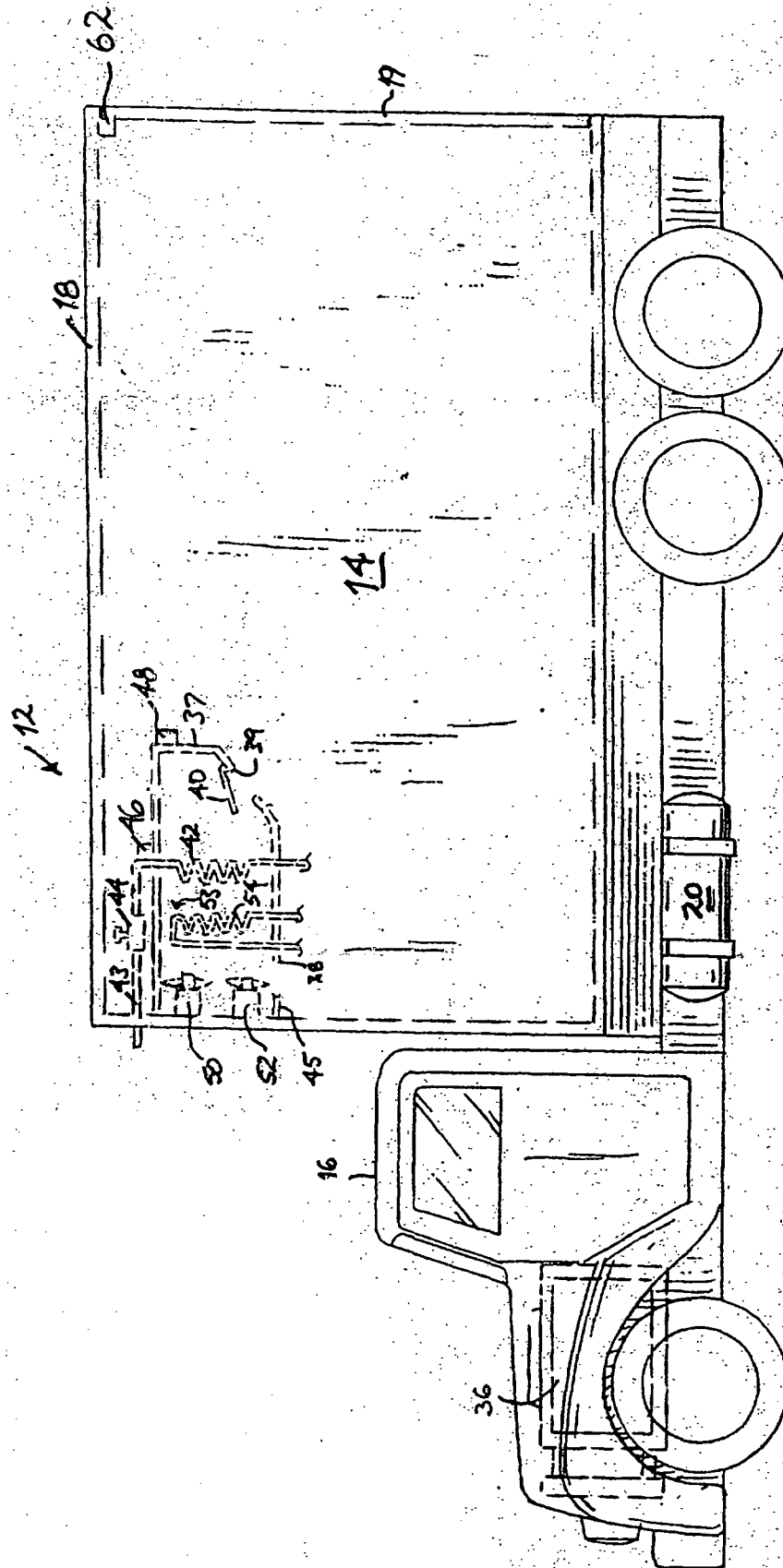


Fig. 1

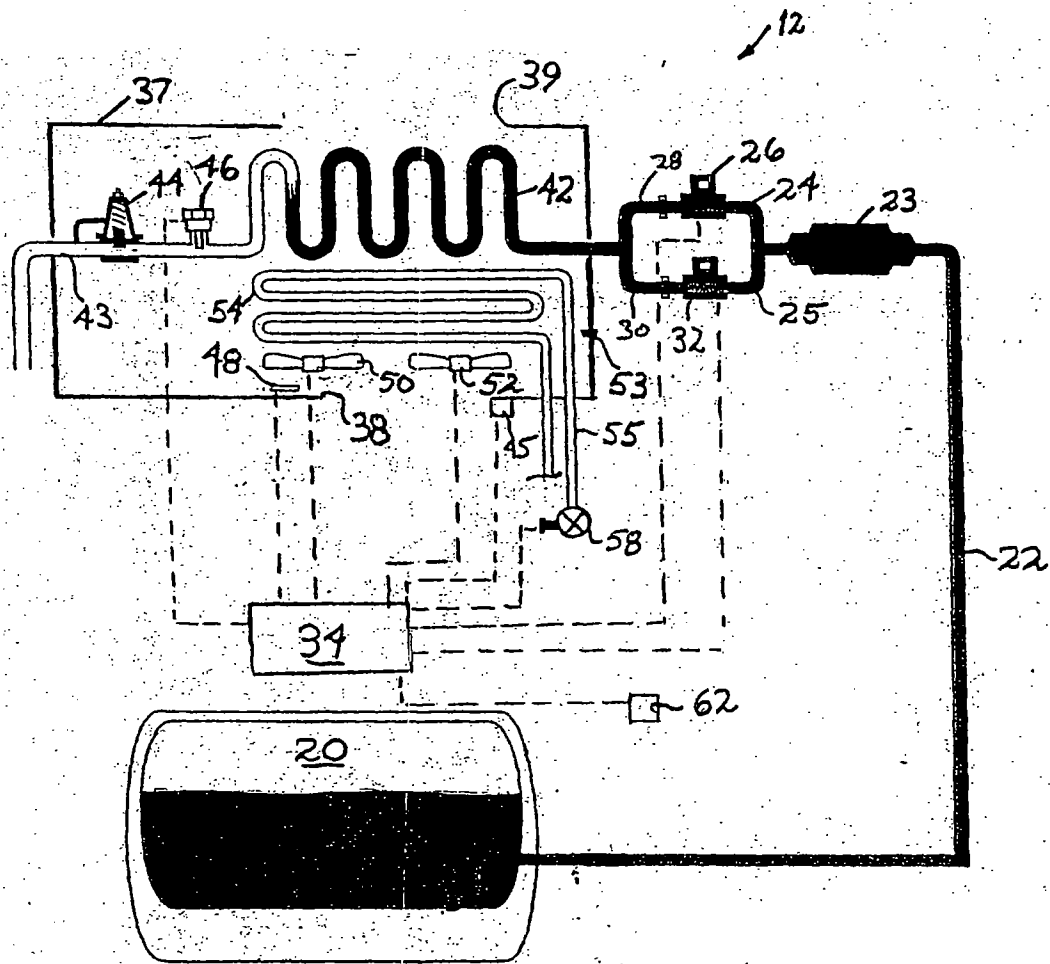


Fig. 2



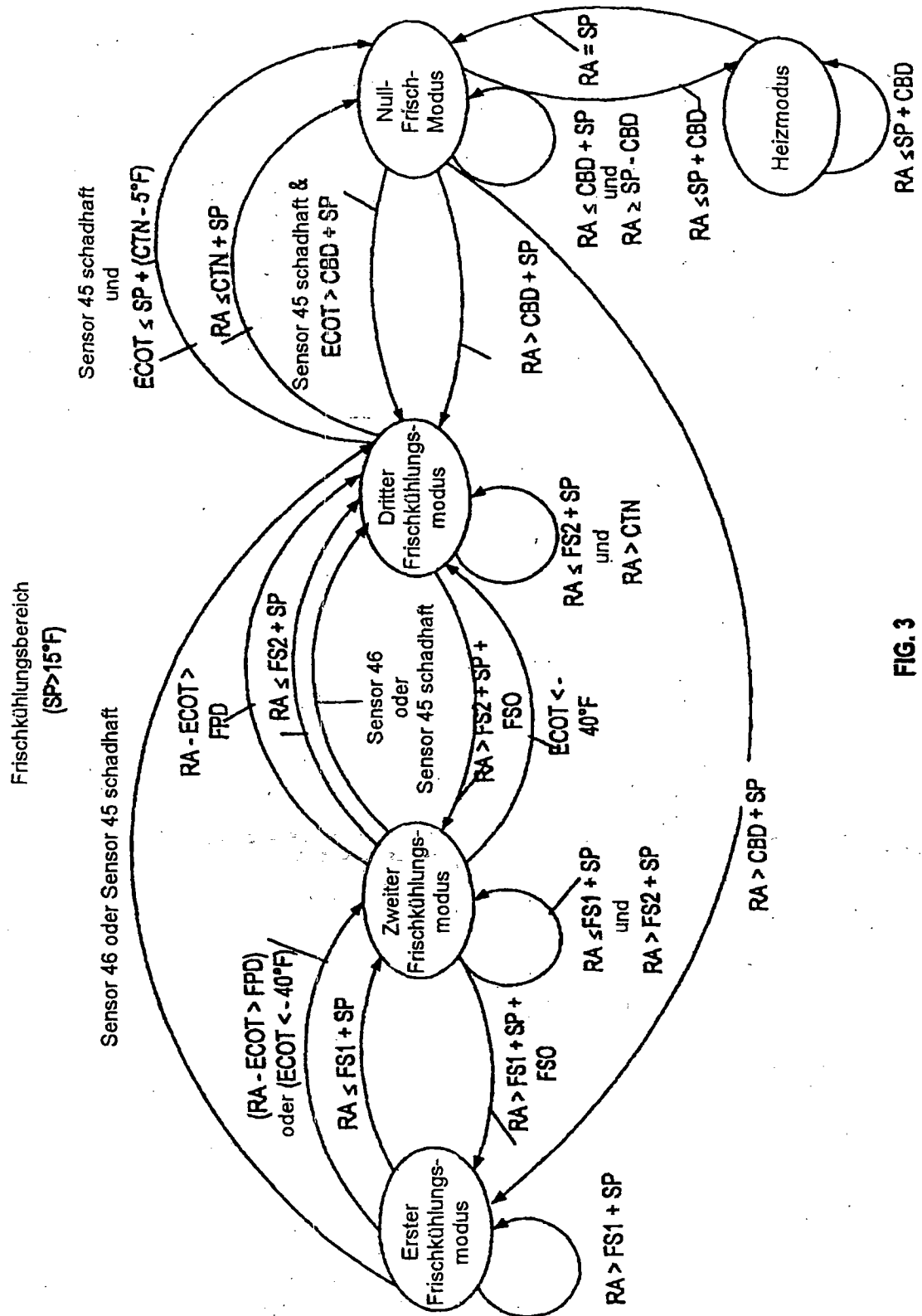


FIG. 3

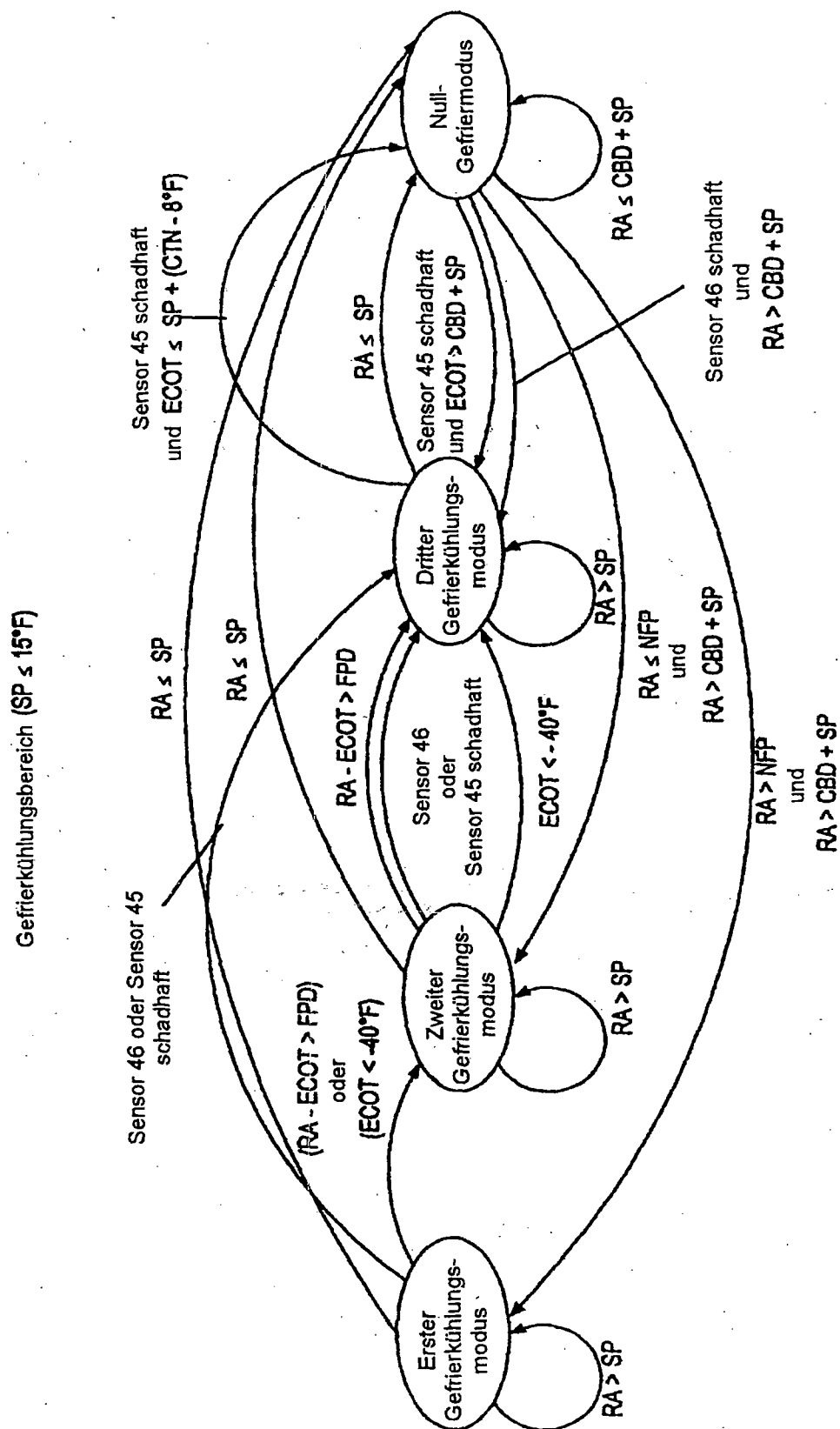


FIG. 4